

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 848**

51 Int. Cl.:
H04B 7/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07121877 .0**

96 Fecha de presentación: **29.11.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2066043**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.06.2009**

54 Título: **MÉTODO DE BÚSQUEDA DE CELDA PARA UN APARATO DE TELECOMUNICACIÓN MULTIMODO, TAL APARATO, Y PROGRAMA DE ORDENADOR PARA IMPLEMENTAR EL MÉTODO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.12.2011

73 Titular/es:
**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
STOCKHOLM 164 83, SE**

72 Inventor/es:
**Linfoff, Bengt;
Nilsson, Johan y
Palenius, Torgny**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 370 848 T3

DESCRIPCIÓN

Método de búsqueda de celda para un aparato de telecomunicación multimodo, tal aparato, y programa de ordenador para implementar el método.

Campo Técnico

La presente invención se refiere a un método de búsqueda de celda para un aparato de telecomunicación multimodo, a tal aparato y a un programa de ordenador para implementar el método.

Antecedentes

Tradicionalmente, un aparato de telecomunicación se diseñaba para trabajar en un modo de comunicación, al cual se le asignaba un intervalo de frecuencias particular en el cual sólo las señales que pertenecían a ese modo de comunicación estaban presentes. Esto ha evolucionado hacia aparatos de telecomunicación capaces de trabajar en más de un modo de comunicación, en los que cada modo de comunicación tiene su intervalo de frecuencias predeterminado y bien conocido. No obstante, un aparato de telecomunicación multimodo que va a conectarse a un sistema de telecomunicación en el que una pluralidad de modos de comunicación está presente puede enfrentarse a un entorno de señal en el que son las bandas de frecuencia las que operan para varios modos de comunicación. Aquí, el número de combinaciones de frecuencias portadoras y de modos de comunicación en un intervalo de frecuencias deseado o posible para operar se amplía, lo que hace que el tiempo de sincronización inicial sea largo y que consuma mucha energía.

De acuerdo con un planteamiento de la técnica anterior de tratar esta situación, el cual se describe en el documento US 2007/0091785 A1, la búsqueda se basa en la información de un historial. El historial incluye intervalos de frecuencias y de anchos de banda que han sido utilizados anteriormente.

Otro planteamiento se describe en el documento US 2006/0009216 A1, en el cual se modifica una lista de exploraciones para eliminar todos los sistemas en modo no actual y que explora secuencialmente un canal de la mayor prioridad en la lista de exploración modificada. Si un dispositivo de comunicación ha encontrado recientemente un servicio en un sistema particular en un primer modo, el dispositivo de comunicación sólo buscará sistemas que estén asociados con ese primer modo.

Un problema que debe resolverse todavía es por consiguiente manejar este primer tiempo de sincronización, o cuando el entorno de la señal ha cambiado significativamente, por ejemplo, encendiendo el aparato de comunicación en una nueva situación geográfica.

Compendio

La presente invención se basa en la comprensión de que los sistemas de comunicación del futuro comprenderán una pluralidad de modos de comunicación con los que habrá que tratar de una manera eficiente para ser capaces de llevar a cabo una búsqueda de celda eficiente. La invención se basa también en la comprensión de que la identificación de los modos de comunicación actuales puede ser llevada a cabo reconociendo patrones de señal asociados con los modos de comunicación, y esto puede ser llevado a cabo examinando las señales en el dominio de la frecuencia.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de búsqueda de celda para un aparato de telecomunicación multimodo, comprendiendo el método recibir señales presentes en un intervalo de frecuencias; transformar las señales recibidas en el dominio de la frecuencia; estimar la densidad espectral de potencia a partir de las señales transformadas; estimar la probabilidad de diferentes modos de comunicación estableciendo una correlación entre la densidad espectral de potencia estimada y las firmas de densidad espectral de potencia de los citados diferentes modos de comunicación; y llevar a cabo la búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado.

Una ventaja de esto es una búsqueda de celda más rápida y que consume menos energía en la que están presentes una multitud de modos de comunicación. Otra ventaja es que el método utiliza funciones básicas para las cuales está capacitado un aparato de telecomunicación multimodo sin ninguno o con poco hardware adicional.

Las señales pueden ser señales de radio frecuencia moduladas que son recibidas inalámbricamente. Las señales pueden ser convertidas a formato digital cuando se reciben para permitir el tratamiento digital de la señal. La transformación puede ser FFT, DFT, DCT, etc. La densidad espectral de potencia es una función real positiva de una variable de frecuencia asociada con un proceso estocástico estacionario, o una función de tiempo determinística, que tiene dimensiones de potencia por Hz, o de energía por Hz. Las firmas de densidad espectral de potencia de los citados modos de comunicación pueden ser almacenadas basándose en para qué modos de comunicación está capacitado el aparato. La búsqueda de celda puede ser llevada a cabo de acuerdo con la técnica anterior para cada modo de comunicación determinado.

El método también puede comprender ordenar los citados modos de comunicación de acuerdo con su probabilidad estimada; y si no se encuentra ninguna coincidencia en la búsqueda de celda en el modo de comunicación más probable, llevar a cabo la búsqueda de celda para los demás modos de comunicación diferentes con el fin de disminuir la probabilidad. Esto puede ser llevado a cabo hasta que se encuentra una coincidencia en la búsqueda de celda, o hasta que se alcanza un umbral inferior de probabilidad razonable, por debajo del cual se considera que para la probabilidad que existe de encontrar una celda no merece la pena utilizar capacidad de búsqueda de celda. Una ventaja de esto es otra racionalización de la búsqueda de celda de una manera que proporciona una buena oportunidad de encontrar una celda adecuada rápidamente y con una inversión de energía baja.

La estimación de densidad espectral de potencia a partir de las señales transformadas puede comprender un número predeterminado de símbolos esperados para cualquier modo de comunicación. La estimación de la densidad espectral de potencia a partir de las señales transformadas comprende también calcular la media de un número predeterminado de portadoras esperadas para cualquiera de los modos de comunicación. Esto facilita también la estimación de la estimación de probabilidad puesto que la PSD estimada será de una forma que sea más fácil comparada con las firmas de PSD de los diferentes modos de comunicación.

El método también puede comprender determinar un received signal strength indicator, RSSI (Indicador de Intensidad de señal Recibida), para las señales recibidas. Aquí, debe observarse que el RSSI puede ser determinado para un cierto ancho de banda, o que varios valores de RSSI pueden ser determinados sobre un cierto ancho de banda, tal como una exploración de RSSI. El método también puede comprender continuar la recepción de las señales, si el RSSI está por debajo de un umbral predeterminado, hasta que el RSSI resulta estar por encima del umbral predeterminado antes de llevar a cabo la citada transformación, de estimar la densidad espectral de potencia, de estimar la probabilidad y de la búsqueda de celda. El umbral debería tener en cuenta la manera, como se ha demostrado anteriormente, de determinar el RSSI. El método también puede comprender determinar frecuencias que presentan picos de intensidad, donde el citado establecimiento de una correlación entre la densidad espectral de potencia estimada y las firmas de densidad espectral de potencia de los diferentes modos de comunicación se lleva a cabo para valores de frecuencia en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de intensidad. La búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado puede ser llevada a cabo en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de intensidad. Cada una de estas características proporciona otra racionalización de búsqueda de celda evitando el que se lleve a cabo la búsqueda de celda en señales que tienen poca probabilidad de representar una señal de modo de telecomunicación adecuado.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de telecomunicación multimodo que comprende un receptor de radio dispuesto para recibir señales presentes en un intervalo de frecuencias; un medio transformador dispuesto para transformar las señales recibidas por el receptor de radio en el dominio de la frecuencia; un estimador de densidad espectral de potencia dispuesto para estimar la densidad espectral de potencia de las señales transformadas por el transformador; un estimador de probabilidad dispuesto para estimar la probabilidad de diferentes modos de comunicación, comprendiendo el citado estimador de probabilidad un medio de establecer una correlación dispuesto para establecer una correlación entre la densidad espectral de potencia estimada y las firmas de densidad espectral de potencia de los citados diferentes modos de comunicación; una pluralidad de buscadores de celda, que están cada uno dispuestos para llevar a cabo la búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado.

El controlador también puede estar dispuesto para ordenar los citados diferentes modos de comunicación de acuerdo con su probabilidad estimada, y si no se encuentra ninguna coincidencia en la búsqueda de celda en el modo de comunicación más probable, puede estar dispuesto para asignar otro de la citada pluralidad de buscadores de celda para llevar a cabo una búsqueda de celda para otros modos de comunicación diferentes con el fin de disminuir la probabilidad. El controlador puede disponerse para llevar a cabo esto hasta que se encuentre una coincidencia en la búsqueda de celda, o hasta que la probabilidad esté por debajo de un umbral razonable.

El estimador de densidad espectral de potencia puede comprender medios de promediación dispuestos para proporcionar una media en el tiempo correspondiente a un número predeterminado de símbolos esperados para cualquiera de los modos de comunicación. El medio de promediación también puede estar dispuesto para calcular la media de un número predeterminado de portadoras esperadas para cualquiera de los modos de comunicación.

El aparato también puede comprender un medio de determinación del received signal strength indicator, RSSI (Indicador de Intensidad de Señal) dispuesto para proporcionar el RSSI para las señales recibidas. El controlador también puede estar dispuesto para controlar la recepción de señales para continuar, si el RSSI está por debajo de un umbral predeterminado, hasta que el RSSI esté por encima del umbral predeterminado antes de activar el citado transformador, el estimador de densidad espectral de potencia, el estimador de probabilidad y cualquiera de los buscadores de celda. El controlador también puede estar dispuesto para determinar frecuencias que presentan picos de potencia, de manera que el citado medio de establecer una correlación está controlado para llevar a cabo la citada correlación de la densidad espectral de potencia estimada con las firmas de densidad espectral de potencia

de los citados diferentes modos de comunicación para valores de frecuencia en o en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de potencia. El buscador de celda asignado controlado para llevar a cabo le búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado puede ser controlado para llevar a cabo la búsqueda de celda en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de potencia.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un programa de ordenador que comprende instrucciones, las cuales cuando son ejecutadas por un procesador están dispuestas para hacer que el procesador lleve a cabo el método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

Ventajas de los aspectos segundo y tercero de la presente invención son similares a las demostradas por el primer aspecto de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

Las Figs. 1a y 1b ilustran una PSD de ejemplo que el modo de comunicación OFDM puede mostrar, y la Fig. 1c ilustra una firma de PSD de ejemplo para tal modo de comunicación.

La Fig. 2a ilustra una PSD de ejemplo que un modo de comunicación de CDMA puede mostrar, y la Fig. 2b ilustra una firma de PSD de ejemplo para tal modo de comunicación.

La Fig. 3a ilustra una PSD de ejemplo que un modo de comunicación TDMA puede mostrar, y la Fig. 3b ilustra una firma de PSD de ejemplo para tal modo de comunicación.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de recepción de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de búsqueda de celda de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 8 ilustra una señal recibida de ejemplo siendo transformada al dominio de la frecuencia.

La Fig. 9 ilustra un resultado del establecimiento de correlación entre la PSD de las señales recibidas y las firmas de PSD de ejemplo de diferentes modos de comunicación.

La Fig. 10 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un aparato de comunicaciones multimodo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 11 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un medio de identificar un modo de comunicación de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 12 es una ilustración esquemática de un medio legible por ordenador de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización de la presente invención donde el intervalo de frecuencias deseado o posible total es recibido varios subintervalos.

Descripción detallada

La Fig. 1a es una ilustración de una señal en el dominio de frecuencia que emana de una señal en modo de comunicación ortogonal frequency division multiplexed (OFDM – Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal), es decir, una power spectral density (PSD – Densidad Espectral de Potencia), que comprende una multitud de subportadoras, que llevan cada uno de ellos símbolos. La vista agregada de la multitud de subportadoras en principio forma una forma de “caja” en el dominio de la frecuencia con ancho de banda BW (BandWidth) para el modo de comunicación rodeado por un límite inferior de ruido de banda ancha. La Fig. 1b ilustra una vista correspondiente de una señal de modo de comunicación OFDM en el dominio de la frecuencia con tráfico bajo y donde existen símbolos de control y/o de sincronización para subportadoras seleccionadas, que pueden estar distribuidas en el ancho de banda BW. La Fig. 1c ilustra una firma de PSD de ejemplo para un modo de comunicación OFDM. Cuando se establece una correlación entre la PSD de la señal recibida y la firma de la PSD, se espera un pico de correlación bastante bueno si hay una coincidencia entre ellas. Así, el modo de comunicación puede ser determinado, o al menos una probabilidad de un modo de comunicación actual. El ancho de banda BW de un modo de comunicación OFDM puede ser bastante flexible, y un ancho de banda BW de ejemplo para un modo de comunicación OFDM puede ser un múltiplo de 5 MHz, por ejemplo 10, 15 ó 20 MHz. Un modo de comunicación de ejemplo es Acceso de paquetes OFDM de Alta Velocidad llamado 3GPP LTE (Third Generation Partnership Project Long Term Evolution – Evolución a Largo Plazo del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación).

De manera similar a las ilustraciones de la Fig. 1, la Fig. 2a ilustran una PSD de ejemplo que un modo de comunicación de CDMA puede mostrar, y la Fig. 2b ilustra una firma de PSD de ejemplo para el modo de comunicación de CDMA. Un ancho de banda BW de ejemplo para un modo de comunicación de CDMA puede ser de 1 MHz hasta aproximadamente 5 MHz dependiendo del modo de comunicación. Los modos de comunicación de ejemplo son CDMA2000 y WCDMA para diferentes frecuencias, por ejemplo UMTS-FDD que operan en las bandas I a XIV.

De manera similar a las ilustraciones de las Figs. 1 y 2, la Fig. 3a ilustra una PSD de ejemplo que un modo de comunicación de TDMA puede mostrar, y la Fig. 3a ilustra una firma de PSD de ejemplo para tal modo de comunicación. Un ancho de banda BW de ejemplo para un modo de comunicación de TDMA es 200 kHz. Los modos de comunicación de ejemplo son IS-136 y GSM para diferentes frecuencias, por ejemplo GSM 850, P-GSM 900, E-GSM 900, DCS 1800, PCS 1900.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización de la presente invención. En una etapa 400 de recepción de señal, se recibe una señal presente en un espectro bastante amplio, por ejemplo dentro del cual se espera una señal deseada. Este bastante amplio ancho de banda de recepción puede, por ejemplo, ser 20 MHz. Son posibles anchos de banda de recepción incluso más grandes, y un planteamiento para tratar con anchos de banda de recepción realmente grandes será demostrado con referencia a la Fig. 13, a continuación, cuyo planteamiento puede ser utilizado en combinación con cualquier realización de esta explicación. Volviendo a la Fig. 4, la señal recibida puede ser convertida a formato digital para permitir el posterior tratamiento de la señal mediante un medio de tratamiento digital. En una etapa 402 de transformación, la señal recibida es transformada en el dominio de la frecuencia. Esto puede, por ejemplo, ser llevado a cabo mediante una Fast Fourier Transform (FTT – Transformada de Fourier Rápida), una Discrete Fourier Transform (DFT – Transformada de Fourier Discreta), una Discrete Cosine Transform (DCT – Transformada de Coseno Discreta), o mediante cualquier otro planteamiento de transformada adecuado. A partir de la señal transformada, una power spectral density (PSD – Densidad Espectral de Potencia) de la señal es estimada en una etapa 404 de estimación de PSD. La estimación puede comprender calcular la media de la señal en el tiempo. La estimación también puede comprender otro filtrado, tal como hacer que la función de las frecuencias sea diferenciable. La estimación también puede comprender una PSD normalizada para un tratamiento posterior más fácil. Cuando se establece una PSD adecuada de la señal recibida, ésta es comparada con las firmas de PSD almacenadas de los diferentes modos de comunicación en cuestión en una etapa 406 de estimación de probabilidad de modo de comunicación. La comparación puede comprender establecer una correlación entre la PSD y las firmas de PSD almacenadas, de manera que los valores de correlación muestren picos en los que la PSD y cualquier firma de PSD coinciden. Basándose en esto, puede estimarse una probabilidad para uno o más modos de comunicación probables. De este modo, la búsqueda de celda se lleva a cabo en una etapa 408 de búsqueda de celda basándose en las probabilidades estimadas. Un planteamiento es llevar a cabo una búsqueda de celda en el modo de comunicación más probable. Otro planteamiento es llevar a cabo la búsqueda de celda en un modo de comunicación que tiene una probabilidad por encima de un cierto nivel. Las características descritas con referencia a la Fig. 4 son de una naturaleza general de la presente invención y aplicables a las realizaciones más específicas que se explican a continuación, en las que las características ya mencionadas anteriormente son omitidas en aras de la concisión.

La Fig. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de recepción de acuerdo con una realización de la presente invención. La recepción, por ejemplo, como en la etapa 400 de la Fig. 4, puede comprender una etapa 500 inicial que comprende asignar un intervalo de frecuencias de recepción de señales, y ajustar un control de ganancia para la recepción. Las señales son entonces recibidas en una etapa 502 de recepción de señal. El Received signal strength indicator (RSSI – Indicador de Intensidad de Señal Recibida) es determinado para las señales recibidas y comparado con un umbral en una etapa 504 de comprobación de RSSI. Aquí, debe observarse que el RSSI puede ser determinado para un cierto ancho de banda, o que varios valores de RSSI pueden ser determinados sobre un cierto ancho de banda, tal como una exploración de RSSI. En el último caso, el valor de RSSI puede ser considerado como un vector. Si el RSSI está por debajo del umbral, es decir, la señal es demasiado débil, el proceso vuelve a la etapa 500 inicial, donde el intervalo de frecuencias y el control de ganancia pueden ser ajustados antes de hacer otro intento de recibir señales adecuadas. Si el RSSI está por encima del umbral, el procesamiento continúa hasta un procesamiento posterior de acuerdo con el método de la presente invención, es decir, transformación, estimación, etc. La asignación de un valor de umbral debería tener en cuenta la manera, como se ha demostrado anteriormente, en la cual el RSSI fue determinado para proporcionar valores comparables.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de búsqueda de celda de acuerdo con una realización de la presente invención. En una etapa 600 de elección, se elige un modo de comunicación más probable para buscar en él una celda de una lista de modos de comunicación que han sido ordenados de acuerdo con su probabilidad estimada de según lo que se ha demostrado anteriormente. Entonces, en una etapa 602 de búsqueda de celda, la búsqueda de celda se lleva a cabo para el modo de comunicación elegido. En una etapa 604 de búsqueda, se comprueba si una celda es encontrada durante la búsqueda de celda. Si se encuentra una celda, el procedimiento continúa de acuerdo con el método demostrado anteriormente. Si no se encuentra ninguna celda, el procedimiento vuelve a la etapa 600 de elección, en la que se elige el modo de comunicación más probable, excluyendo los modos de comunicación ya buscados. A continuación se busca una celda en ese modo de comunicación, y el procedimiento continúa.

La Fig. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización de la presente invención. El método de la Fig. 7 se basa en el método básico ilustrado en la Fig. 4, y por lo tanto, las medidas que son comunes para los métodos no se describen aquí con detalle en aras de la concisión. El intervalo de frecuencias para la

recepción es asignado en una etapa 700 de asignación de frecuencia, y el control de ganancia es ajustado en la etapa 702 de ajuste de automatic gain control (AGC – Control de Ganancia Automático). Las señales son recibidas en una etapa 704 de recepción de señal con los parámetros establecidos en las etapas 700 y 702. En una etapa 706 de comprobación de intensidad de señal, se comprueba si el RSSI está por encima de un umbral elegido, que por ejemplo es elegido a partir de la experiencia. Si el RSSI está por debajo de un umbral, el método vuelve a la etapa 700 de asignación de frecuencia, alternativamente, a la etapa 702 de ajuste de AGC, para establecer otros parámetros para la recepción, o alternativamente a la etapa 704 de recepción de señal para tratar de recibir señales con los mismos parámetros que antes. Si el RSSI está por encima del umbral, el método continúa con una etapa 708 de transformación, una etapa 710 de estimación de PSD, una etapa 712 de estimación de probabilidad de modo de comunicación y una etapa 714 de búsqueda de celda. En una etapa 716 de comprobación, se comprueba si se encuentra una celda durante la búsqueda de celda. Si no se encuentra ninguna celda, se lleva a cabo una etapa 718 de cambio de modo de comunicación en la que el modo de comunicación cambia al siguiente modo de comunicación más probable, es decir, se elige el modo de comunicación más probable, excluyendo los modos de comunicación ya buscados. A continuación se busca una celda en ese modo de comunicación en la etapa 714 de búsqueda de celda, y el procedimiento continúa.

La Fig. 8 ilustra una señal recibida de ejemplo siendo transformada al dominio de la frecuencia. Este ancho de banda de recepción bastante ancho puede ser recibido de una vez, o, para anchos de banda de recepción incluso más grandes, el planteamiento para tratar con anchos de banda de recepción realmente anchos tal como se demuestra con referencia a la Fig. 13 que se encuentra a continuación puede ser utilizado para alcanzar una PSD para todo el ancho de banda de recepción agregado. Volviendo a la Fig. 8, en la señal, pueden encontrarse patrones de señal con formas, anchos de banda e intensidades de señal diferentes. Se establece una correlación entre éstos y las firmas de PSD de acuerdo con lo que se ha demostrado anteriormente. Para hacer que sea incluso más eficiente, pueden determinarse picos locales, es decir, señales buenas que se considera que mantienen una señal de modo de comunicación factible, y se establece una correlación entre estos picos. La correlación proporciona entonces métricas sobre mejores coincidencias de sistema celular que incluyen estimaciones de frecuencia portadora para ellos. Puesto que existe una correlación de forma, también el sistema celular utilizado, por ejemplo GSM, WCDMA, LTE con su ancho de banda asignado, etc. puede ser determinado. A partir de esta información conseguida, la probabilidad del actual o actuales modo o modos de correlación puede o pueden ser estimados. Por ejemplo, la Fig. 9 ilustra un resultado de ejemplo de correlación entre la PSD de las señales recibidas y las firmas de PSD de diferentes modos de comunicación. A los modos de comunicación reconocidos de las señales recibidas puede así asignárseles en qué frecuencia están presentes, y su ancho de banda asignado, donde sea aplicable. Otros parámetros pueden ser también asignados cuando los modos de comunicación están identificados, tales como parámetros de calidad de señal. Estas correlaciones, es decir, señales reconocidas que proceden de modos de comunicación identificados, pueden a continuación ser ordenados y puede llevarse a cabo una búsqueda de celda, empezando con el modo de comunicación más probable.

La Fig. 10 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un aparato 1000 de comunicaciones multimodo de acuerdo con una realización de la presente invención. El aparato 1000 comprende un receptor 1002, que por ejemplo recibe señales a través de una antena 1003. La salida del receptor 1002, es decir, las señales desmoduladas, son proporcionadas tanto a un transformador 1004 como a un número de buscadores de celda 1051, 1052,... 105N. La señal puede también ser proporcionada a un determinador 1005 de RSSI opcional dispuesto para comprobar si la señal recibida tiene una intensidad adecuada. Los buscadores de celda deberían ser interpretados funcionalmente, y están adaptados cada uno para llevar a cabo una búsqueda de celda de acuerdo con un modo de comunicación. El transformador 1004 está dispuesto para transformar la señal desmodulada, y posiblemente digitalizada, al dominio de la frecuencia, por ejemplo mediante FFT, DFT, DCT u otro procedimiento de transformación. La señal transformada es proporcionada a un estimador 1006 de PSD que estima la PSD de la señal recibida. Para mejorar más la estimación de la PSD, puede conectarse un medio de promediación 1007 opcional al estimador 1006 de PSD para calcular la media en el tiempo, por ejemplo en unos pocos símbolos, o calcular la media de las frecuencias para hacer que la forma de la PSD de la señal recibida sea una función diferenciable. Esto puede facilitar la estimación de la probabilidad, lo cual se lleva a cabo mediante un estimador 1008 de probabilidad. El estimador 1008 de probabilidad puede comprender un medio de establecer una correlación u otro medio de comparación que compara la PSD de la señal recibida con firmas de PSD de posibles modos de comunicación. El modo de comunicación más probable, o una lista con los modos de comunicación ordenados de acuerdo con la probabilidad se proporciona a un controlador 1010, que a partir de esta información mediante su control asigna el buscador 1051, 1052,... 105N de celda adecuado. El controlador 1010 controla también preferiblemente los otros elementos 1002, 1004, 1005, 1006, 1007, 1008 del aparato 1000. Debe observarse que los elementos 1002, 1004, 1005, 1006, 1007, 1008, 1010, 1051, 1052,... 105N deben ser considerados funcionalmente, y muchas de las funciones pueden ser implementadas en uno o más procesadores, los cuales, con la ayuda de software llevan a cabo las funciones. El procesador puede estar adaptado para controlar la recepción de acuerdo con el planteamiento demostrado con referencia a la Fig. 13 para proporcionar una vista de banda ancha real de modos de comunicación. El aparato 1000 de comunicación multimodo puede ser un aparato de comunicación portátil, tal como un teléfono móvil, u otro aparato de comunicación con capacidades comparables.

La Fig. 11 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un medio de identificar un modo de comunicación de acuerdo con una realización de la presente invención. Una señal desmodulada y posiblemente digitalizada, se proporciona a un medio de transformación 1100, por ejemplo un FFT, que está dispuesto para transformar la señal en el dominio de la frecuencia. La señal transformada es proporcionada a un normalizador 1102 de PSD, es decir a un procesador de señal que pone la señal transformada en una forma que es fácilmente comparada con firmas de PSD 1151, 1151,..., 115N, en un medio de comparación 1104, por ejemplo un medio de establecer una correlación. El normalizador de PSD puede ser ayudado por un medio de promediación 1105 opcional dispuesto para calcular la media de el tiempo, por ejemplo en algunos símbolos de tiempo, y/o en frecuencia para hacer que la forma del espectro de la señal sea una función diferenciable. El resultado de la comparación del medio de comparación 1104 es proporcionado a un calculador 1106 de probabilidad que proporciona una probabilidad de diferentes modos de comunicación, bien sólo señalando el modo de comunicación más probable, o bien proporcionando una lista con modos de comunicación ordenados de acuerdo con sus probabilidades, proporcionando cifras de probabilidad para los modos de comunicación. La información de probabilidad dada por el calculador de probabilidad es proporcionada a un controlador que controla la asignación del buscador de celda.

La Fig. 12 es una ilustración esquemática de un medio legible por ordenador de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se ha explicado anteriormente, el aparato puede implementarse con hardware en un aparato con ayuda de software. Así, la función de búsqueda de celda es adecuada para la implementación con ayuda de un medio de tratamiento, tal como procesadores de señal y/o de imagen. El programa de ordenador preferiblemente comprende un código de programa, como se ilustra en la Fig. 12, que es almacenado en un medio legible por ordenador 1200, que puede ser cargado y ejecutado por un medio de tratamiento 1202 para hacer que lleve a cabo el método descrito anteriormente que comprende recibir señales presentes en un intervalo de frecuencias, transformar las señales recibidas en el dominio de la frecuencia, estimar la densidad espectral de potencia a partir de las señales transformadas, estimar la probabilidad de diferentes modos de comunicación estableciendo una correlación entre la densidad espectral de potencia estimada y las firmas de densidad espectral de potencia de los citados diferentes modos de comunicación, y llevar a cabo una búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado.

El código de programa también puede hacer que el medio de tratamiento lleve a cabo la ordenación de los citados diferentes modos de comunicación de acuerdo con su probabilidad estimada, y si no se encuentra ninguna coincidencia en la búsqueda de celda en el modo de comunicación más probable, llevar a cabo una búsqueda de celda para los otros diferentes modos de comunicación con el fin de disminuir la probabilidad hasta que se encuentre una coincidencia en la búsqueda de celda. El código de programa también puede hacer que el procesador lleve a cabo la promediación en el tiempo correspondiente a un número predeterminado de símbolos esperados para cualquiera de los modos de comunicación, y/o calcular la media de un número predeterminado de portadoras esperadas para cualquiera de los modos de comunicación.

El código de programa también puede estar dispuesto para determinar el indicador de intensidad de la señal recibida, RSSI, para las señales recibidas de manera que si el RSSI está por debajo de un umbral predeterminado la recepción de señales es continua hasta que el RSSI se encuentra por encima del umbral predeterminado antes de llevar a cabo la citada transformación, la estimación de la densidad espectral de potencia, la estimación de la probabilidad, y la búsqueda de celda y/o la determinación de frecuencias que presentan picos de intensidad, donde el citado establecimiento de una correlación entre la densidad espectral de potencia y las firmas de la densidad espectral de potencia de los citados modos de comunicación se lleva a cabo para valores de frecuencia en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de intensidad. El código de programa también puede ser adaptado para controlar la recepción de acuerdo con el planteamiento demostrado a continuación con referencia a la Fig. 13. El programa también puede ser adaptado de manera que la búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado es llevado a cabo en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de intensidad. El medio de tratamiento 1202 y el producto de programa de ordenador 1200 pueden disponerse para ejecutar el código de programa secuencialmente donde se realizan acciones paso a paso, pero principalmente ser dispuesto para ejecutar el código de programa en tiempo real donde se llevan a cabo acciones según las necesidades y la disponibilidad de datos. El medio de tratamiento 1202 es preferiblemente lo que normalmente se denomina un sistema incorporado. Así, el medio legible por ordenador 1200 representado y el medio de tratamiento 1202 de la Fig. 12 deben ser considerados con propósitos sólo ilustrativos para proporcionar la comprensión del principio, y no deben ser considerados como ninguna ilustración directa de los elementos.

La Fig. 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con una realización de la presente invención donde el intervalo de frecuencias total deseado o posible es recibido en varios subintervalos. En una etapa 1300 de asignación de intervalo de frecuencias se establece un intervalo de frecuencias. En una etapa 1302 de recepción de señal, se recibe una señal presente en el intervalo de frecuencias establecido. La señal recibida puede ser convertida a formato digital para permitir el posterior procesamiento de la señal mediante medios de tratamiento digital. En una etapa 1304 de transformación, la señal recibida es transformada en el dominio de la frecuencia. Esto puede ser llevado a cabo, por ejemplo mediante una Fast Fourier Transform (FFT – Transformada de Fourier Rápida), una Discrete Fourier Transform (DFT – Transformada de Fourier Discreta), una Discrete Cosine Transform

(DCT – Transformada de Coseno Discreta) o cualquier otro planteamiento de transformada adecuado. A partir de la señal transformada, una power spectral density (PSD – Densidad espectral de potencia) de la señal es estimada en una etapa 1306 de estimación de PSD. La estimación puede comprender calcular la media de la señal en el tiempo. La estimación también puede comprender otro filtrado, tal como hacer que las frecuencias sean diferenciables. La estimación también puede comprender proporcionar una PSD normalizada para un tratamiento posterior más fácil. A continuación en una etapa 1308 de comprobación, se determina si deberían recibirse otros intervalos de frecuencias. Si otros intervalos de frecuencias deben ser recibidos, el proceso vuelve a la etapa 1300 de asignación de frecuencias donde se establece el siguiente intervalo de frecuencias, y a continuación el procedimiento de las etapas 1302, 1304 y 1306 se repite para ese siguiente intervalo de frecuencias. Así, pueden formarse varias PSD en una etapa 1310 de formación de PSD agregada.

Cuando se establece una PSD agregada adecuada de las señales recibidas, es comparada con las firmas de PSD almacenadas de los diferentes modos de comunicación en cuestión en una etapa 1312 de estimación de probabilidad de modo de comunicación. La comparación puede comprender establecer una correlación entre la PSD agregada y las firmas de PSD almacenadas, de manera que los valores de correlación muestren picos en los que la PSD y cualquier firma de PSD coinciden. Debe observarse que no es esencial formar una PSD agregada, y la comparación puede basarse en la comparación con cada una de las PSDs de los diferentes intervalos de frecuencias, las PSDs de los intervalos de frecuencias podrían agruparse de cualquier manera adecuada, por ejemplo, donde el intervalo de frecuencias total de subintervalos agregados no es continuo, y a continuación se lleva a cabo la comparación. Basándose en esto, puede estimarse una probabilidad de uno o más modos de comunicación probables. Así, la búsqueda de celda es llevada a cabo en una etapa 1314 de búsqueda de celda basándose en las probabilidades estimadas. Un planteamiento es llevar a cabo una búsqueda de celda en el modo de comunicación más probable. Otro planteamiento es llevar a cabo una búsqueda de celda en un modo de comunicación deseado que tiene una probabilidad por encima de un cierto nivel.

REIVINDICACIONES

1. Un método de búsqueda de celda para un aparato de telecomunicación multimodo, comprendiendo el método recibir señales presentes en un intervalo de frecuencias;
5 transformar las señales recibidas en el dominio de la frecuencia;
estimar la densidad espectral de potencia a partir de las señales transformadas;
estimar la probabilidad de diferentes modos de comunicación estableciendo una correlación entre la densidad espectral de potencia y las firmas de densidad espectral de potencia de los citados diferentes modos de comunicación; y
10 llevar a cabo una búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende también ordenar los citados diferentes modos de comunicación de acuerdo con su probabilidad estimada; y
15 si no se encuentra ninguna coincidencia en la búsqueda de celda en el modo de comunicación más probable, llevar a cabo una búsqueda de celda para los otros modos de comunicación diferentes con el fin de disminuir la probabilidad.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que la citada estimación de densidad espectral de potencia de las señales transformadas comprende calcular la media de un tiempo que corresponde a un número predeterminado de símbolos esperados para cualquiera de los modos de comunicación.
- 20 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la citada estimación de la densidad espectral de potencia de las señales transformadas comprende también calcular la media de un número predeterminado de portadoras esperadas para cualquiera de los modos de comunicación.
- 25 5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende también determinar el indicador de intensidad de señal recibido, RSSI (Received signal strength indicator), para las señales recibidas.
- 30 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende también continuar la recepción de señales, si el RSSI está por debajo de un umbral predeterminado, hasta que el RSSI se encuentre por encima del umbral predeterminado antes de llevar a cabo la citada transformación, la estimación de la densidad espectral de potencia, la estimación de probabilidad y la búsqueda de celda.
- 35 7. El método de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, que comprende también determinar frecuencias que presentan picos de intensidad, en el que la citada correlación de la densidad espectral de potencia con las firmas de la densidad espectral de potencia de los citados diferentes modos de comunicación se lleva a cabo para valores de frecuencia en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de intensidad.
- 40 8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la citada búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado se lleva a cabo en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de intensidad.
- 45 9. Un aparato de telecomunicación multimodo que comprende un receptor de radio dispuesto para recibir señales presentes en un intervalo de frecuencias;
un medio de transformación dispuesto para transformar las señales recibidas por el receptor de radio en el dominio de la frecuencia; un estimador de densidad espectral de potencia dispuesto para estimar la densidad espectral de potencia de señales transformadas por el transformador;
50 un estimador de probabilidad dispuesto para estimar la probabilidad de diferentes modos de comunicación, comprendiendo el citado estimador de probabilidad un medio de establecer una correlación dispuesto para establecer una correlación entre la densidad espectral de potencia estimada y las firmas de densidad espectral de potencia de los citados diferentes modos de comunicación;
una pluralidad de buscadores de celda, dispuesto cada uno para llevar a cabo una búsqueda de celda para un modo de comunicación; y un controlador dispuesto para asignar el uno de la citada pluralidad de buscadores de celda para llevar a cabo la búsqueda de celda de acuerdo con el modo de comunicación más probable estimado.
- 55 10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el controlador está también dispuesto para ordenar los citados diferentes modos de comunicación de acuerdo con su probabilidad estimada, y si no se encuentra ninguna coincidencia en la búsqueda de celda en el modo de comunicación más probable, está dispuesto para asignar otro de la citada pluralidad de buscadores de celda para llevar a cabo la búsqueda de celda para otros modos de comunicación diferentes con el fin de disminuir la probabilidad.
- 60

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, en el que el citado estimador de densidad espectral de potencia comprende medios de promediación dispuestos para proporcionar una media en el tiempo correspondiente a un número predeterminado de símbolos esperados para cualquiera de los modos de comunicación.
- 5 12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el citado medio de promediación también está dispuesto para hallar la media de un número predeterminado de portadoras esperadas para cualquiera de los modos de comunicación.
- 10 13. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende también el indicador de intensidad de señal recibido, RSSI (Received signal strength indicator), un medio de determinación dispuesto para proporcionar el RSSI para las señales recibidas.
- 15 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el controlador está también dispuesto para controlar la recepción de señales para continuar, si el RSSI está por debajo de un umbral predeterminado, hasta que el RSSI se encuentra por encima del umbral predeterminado antes de activar el citado transformador, el estimador de densidad espectral de potencia, el estimador de probabilidad y cualquier otro de los buscadores de celda.
- 20 15. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13 ó 14, en el que el controlador también está dispuesto para determinar las frecuencias que presentan picos de intensidad, de manera que el citado medio de establecer una correlación está controlado para llevar a cabo la citada correlación entre la densidad espectral de potencia y las firmas de la densidad espectral de potencia de los diferentes modos de comunicación para valores de frecuencia en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de intensidad.
- 25 16. El aparato de acuerdo con la reivindicación 15, en el que el citado buscador de celda controlado para llevar a cabo la búsqueda de celda de acuerdo con un modo de comunicación más probable estimado es controlado para llevar a cabo la búsqueda de celda en y en la proximidad de las citadas frecuencias que presentan picos de intensidad.
- 30 17. Un programa de ordenador que comprende instrucciones, las cuales cuando son ejecutadas por un procesador están dispuestas para hacer que el procesador lleve a cabo el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

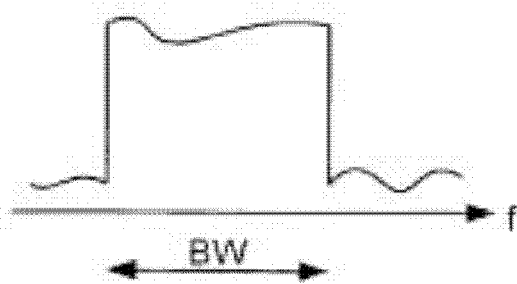


Fig. 1a

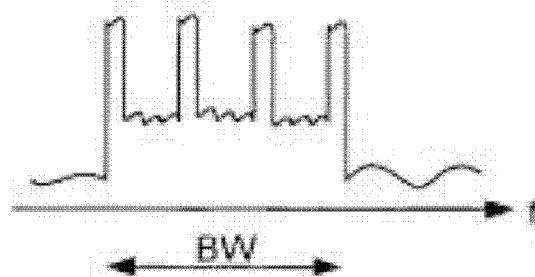


Fig. 1b

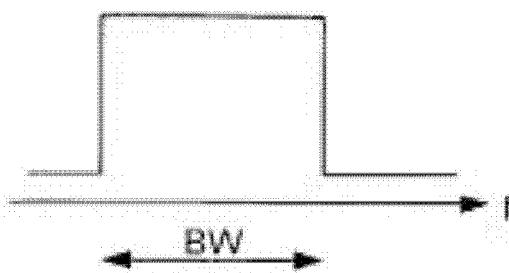


Fig. 1c

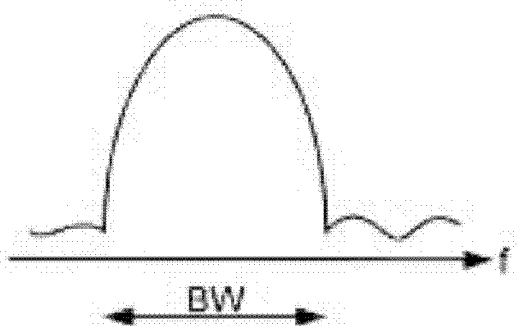


Fig. 2a

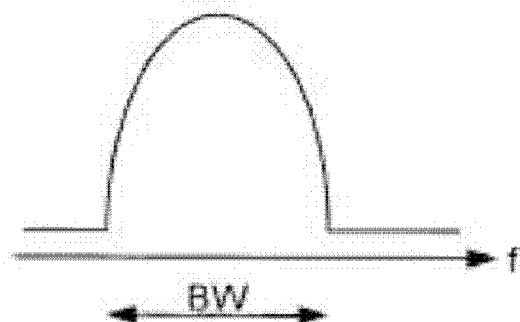


Fig. 2b

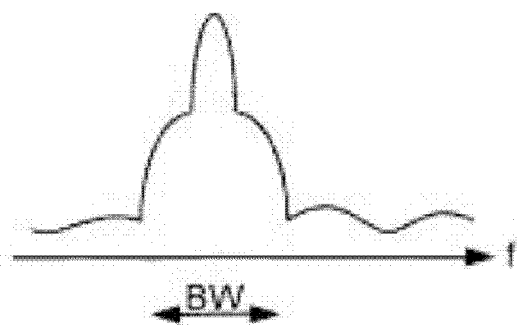


Fig. 3a

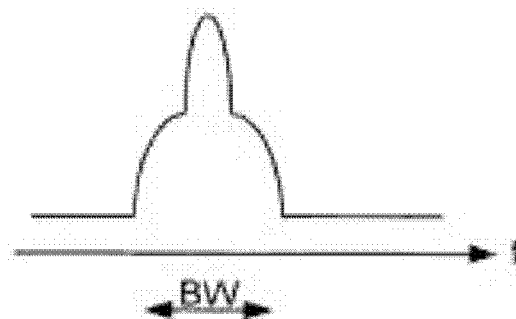


Fig. 3b

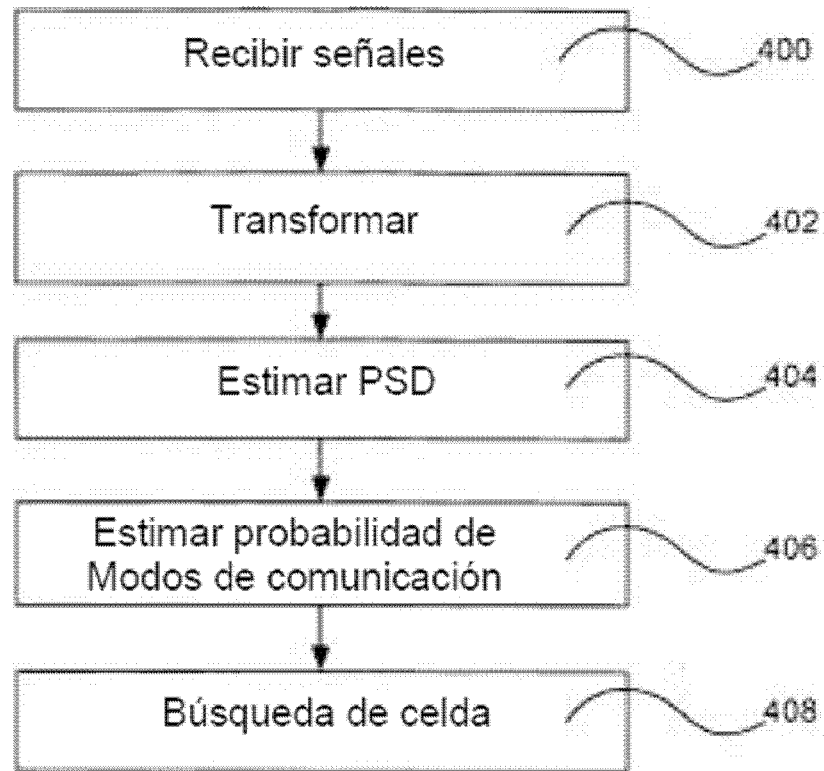


Fig. 4

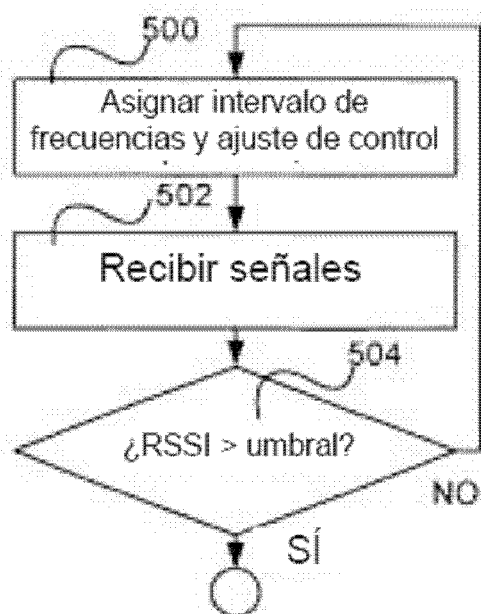


Fig. 5

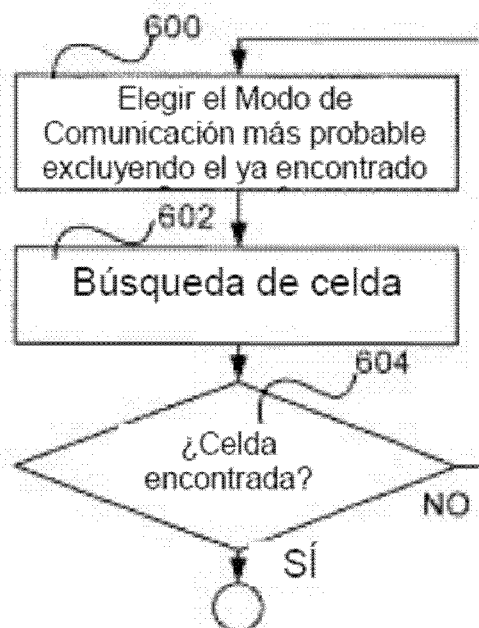


Fig. 6

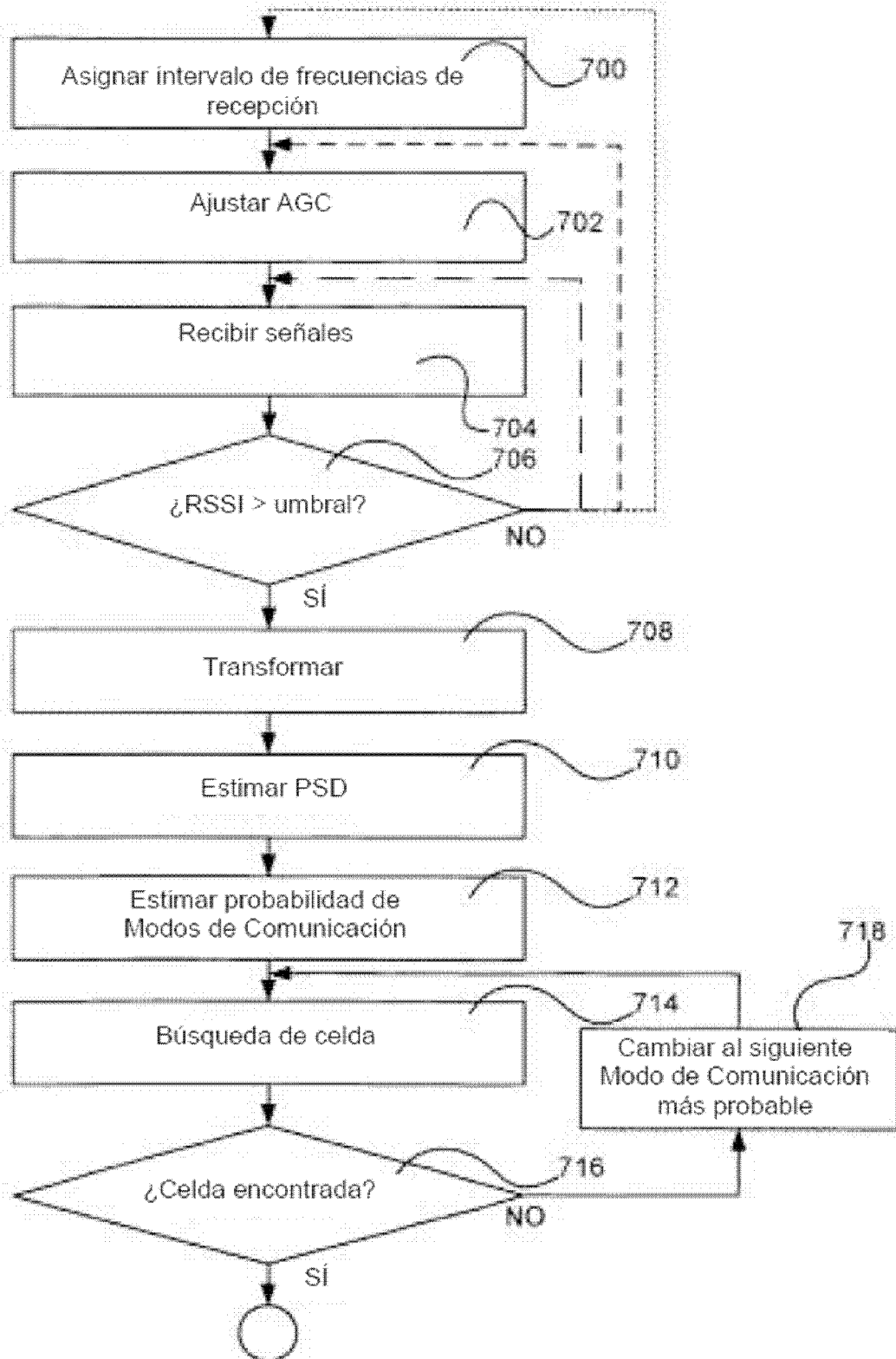


Fig. 7

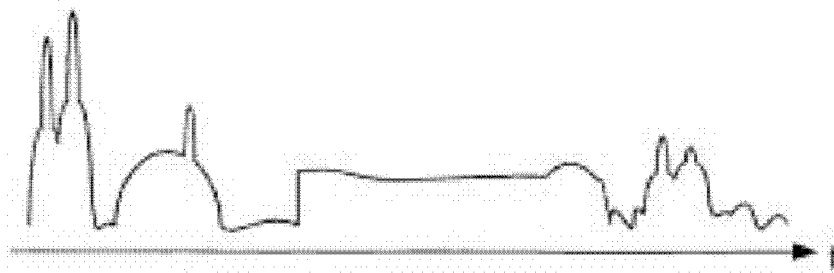


Fig. 8

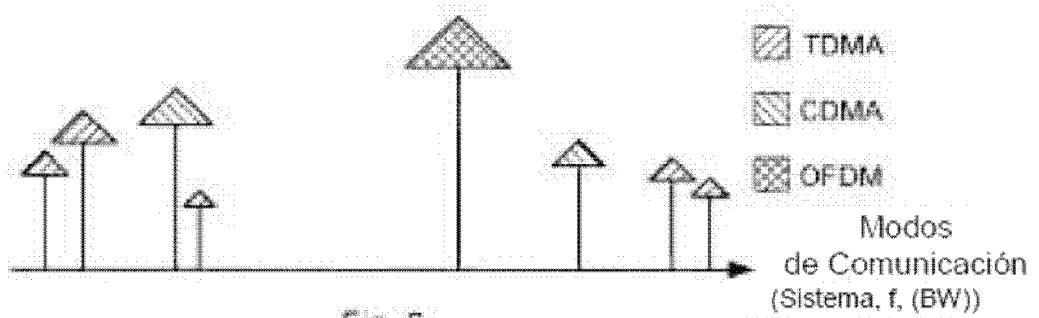


Fig. 9

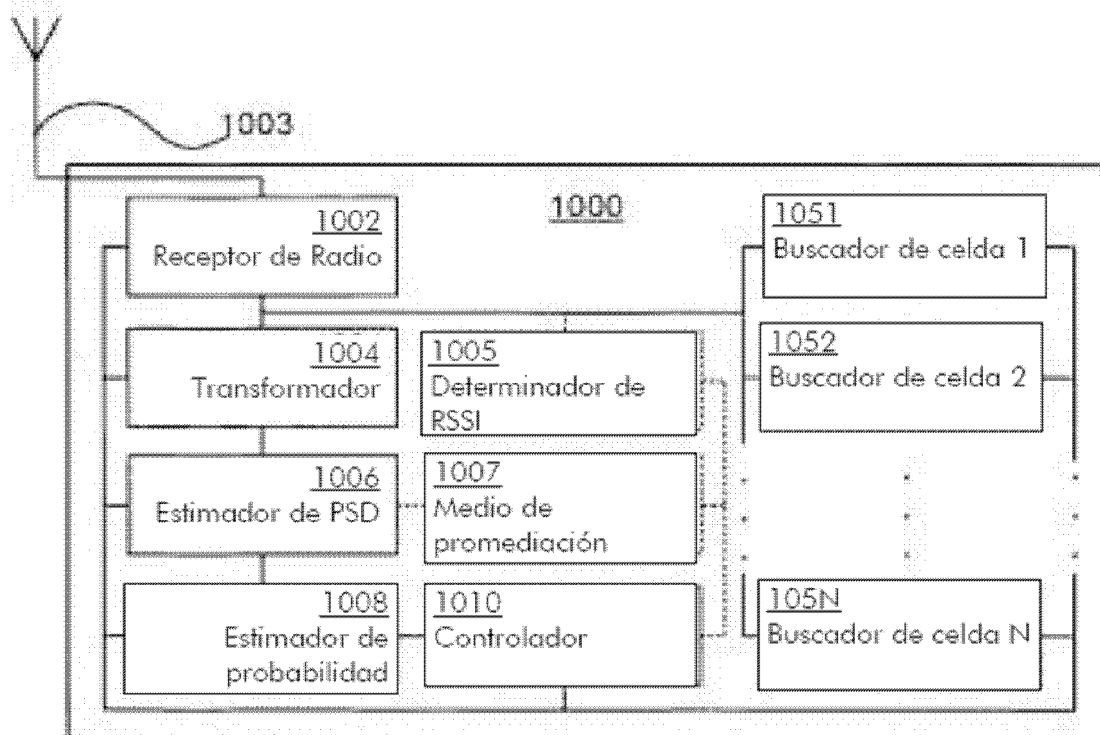


Fig. 10

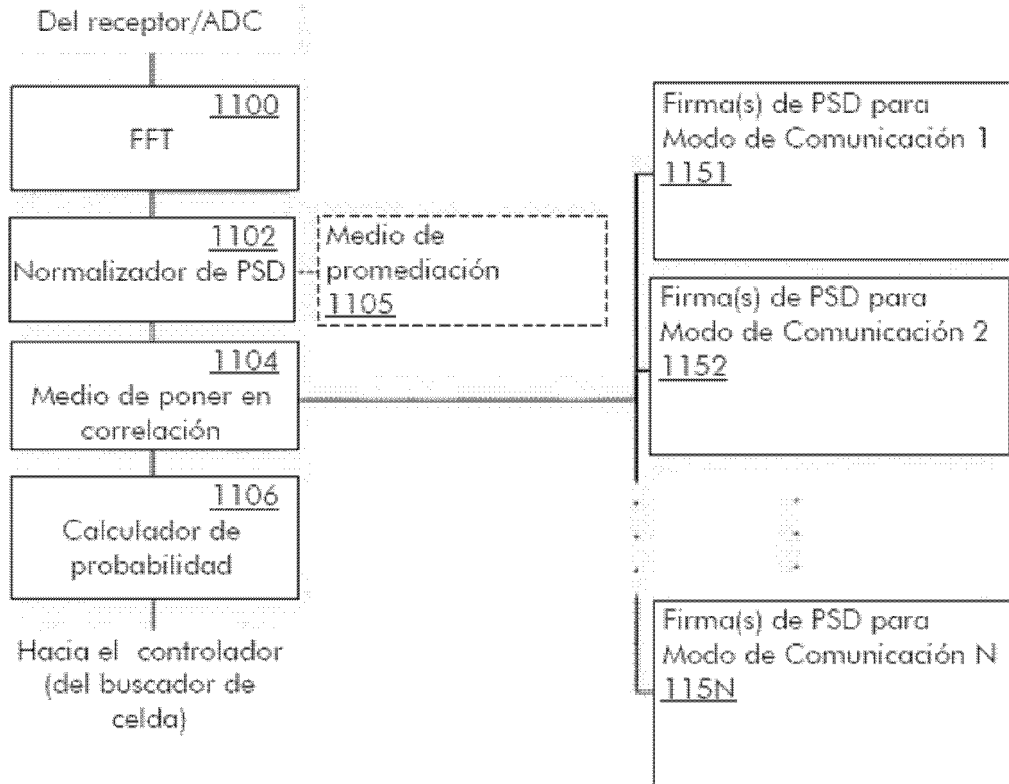


Fig. 11

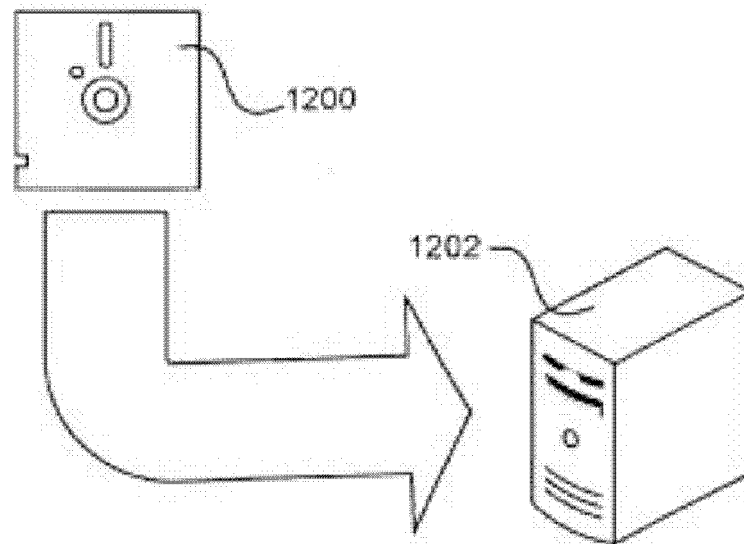


Fig. 12

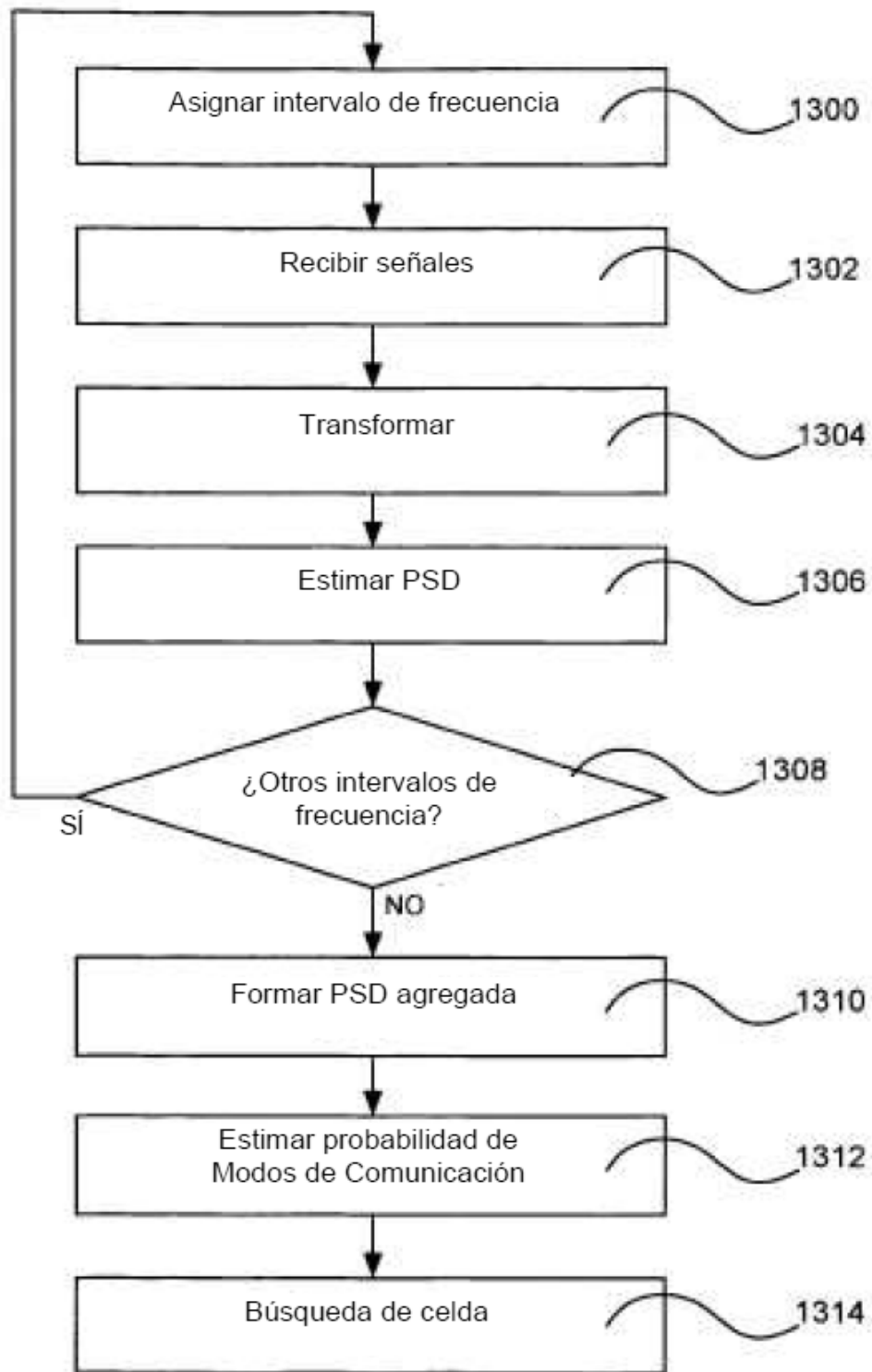


Fig. 13